AUS DEM ZAHNÄRZTLICHEN INSTITUT DER UNIVERSITÄT TÜBINGEN
Vorstand: Prof. Dr. Peckert

Wie ist die Brotfrage bei der Kariesprophylaxe zu bewerten?

INAUGURAL-DISSERTATION
zur Erlangung der Doktorwürde der Zahnheilkunde,
einer Hohen Medizinischen Fakultät
der Eberhard-Karls-Universität zu Tübingen

vorgelegt von
Ruth Ilse Mast
aus Rotensol b. Herrenalb

1937

Buchdruckerei Bölzle, Tübingen, Marktgasse 10

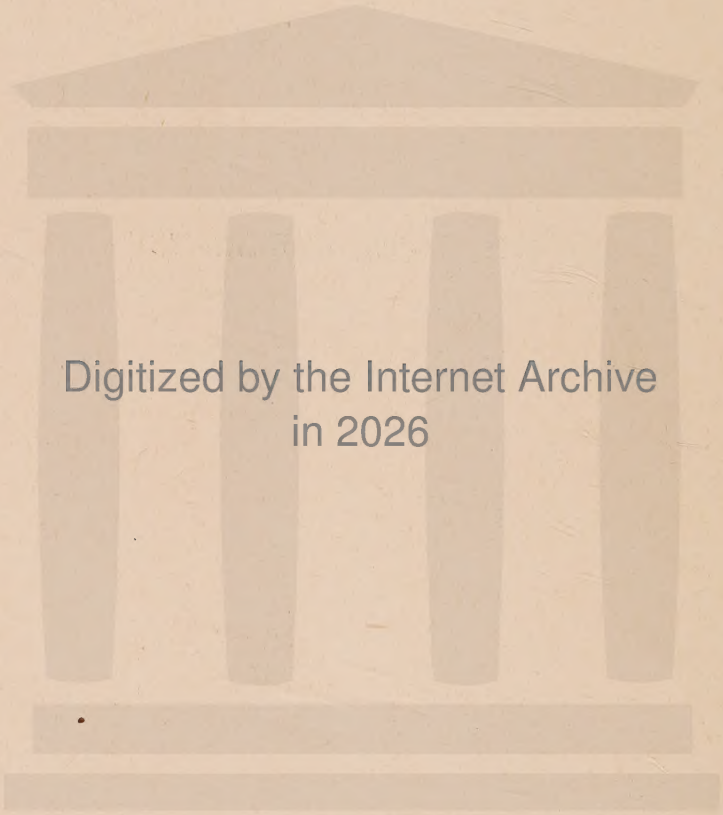
Dekan: Prof. Dr. Albrecht

Berichterstatter: Prof. Dr. Peckert

Zum Druck genehmigt von der Medizinischen Fakultät
der Universität Tübingen

R. UNIV.
BIBLIOTHEEK
LEIDEN

Meinen Eltern gewidmet!


Digitized by the Internet Archive
in 2026

https://archive.org/details/IA41549601_0132

Heute werden 60 % des Nahrungsbedarfs der Erdbevölkerung gedeckt durch die Samen der Grasfrüchte Weizen, Roggen, Gerste, Hafer, Mais, Reis und Hirse; und zwar werden die Kornfrüchte in Form von Brei, ungesäuerten Fladen und Brot verzehrt. Weizen und Roggen bilden jetzt die hauptsächlichsten Mehlspender. Die Verdrängung der andern Getreidearten durch Weizen und Roggen erklärt sich durch die zunehmende Backtechnik. Zu Brei und Fladen eignen sich alle Getreidearten gleich, zum Brotbacken nicht. Aus den ungesäuerten Fladen (Mazzen), die heute noch Hauptnahrung asiatischer Völker bilden, hat sich allmählich das Brot entwickelt. Die Fladen sind sicher aus dem Brei der Primitiven entstanden. Bei Ausgrabungen aus der Steinzeit wurden verschiedentlich Tonscheiben gefunden, an denen runde oder längliche Flecken einer schwarzen Kruste klebten. Die chemische Untersuchung dieser Massen ergab verkohlte Stärke, von Getreidekörnern stammend. Dies ist ein Beweis, daß schon die Steinzeitmenschen Körner oder Mehl zu Brei gekocht haben. Die Stämme begannen mit ihrer Seßhaftwerdung das Feld zu bestellen und Körner für den Winter aufzubewahren. Primitive Mühlen entstanden wohl, als die Körner beim Lagern hart und schwer genießbar wurden. Das hergestellte Mehl wurde vielleicht zunächst trocken verzehrt, wie es heute noch bei einigen Indianerstämmen üblich ist. Mehl wurde aber auch wieder mit Wasser zu Brei gekocht, und dabei führte wohl einmal der Zufall zur Brotbereitung. Vielleicht hat die Steinzeithausfrau einmal durch Zufall einen Teil des Breis über die erhitzten Herdplatten geschüttet und hat nachher den recht angenehmen Geschmack dieser braunen Kruste festgestellt und eine Bereicherung ihres Küchenzettels gefunden. Später ist man daraufgekommen, daß der Teig beim Stehenlassen aufgeht und locker wird und hat allmählich gelernt, Brot zu backen.

Bis heute hat sich das Brot nicht überall als Hauptnahrungsmittel durchgesetzt. Es gibt noch immer zahlreiche Naturvölker, die trotz einer mehrtausendjährigen Entwicklung und Vergangenheit immer noch Breiesser sind. Aus den Schilderungen des Plinius geht hervor, daß die Römer bis etwa 400 Jahre v. Chr. fast ausschließlich von Brei, dem „Puls", lebten, und daß dieser auch später die Hauptnahrung der breiten Volksmassen blieb. Polenta, der Maisbrei Italiens ist die Fortsetzung. Ich denke an den zum Teil heute noch in Süd- und Mitteldeutschland

üblichen Haferbrei unserer Vorfahren, an das Porridge der Engländer. Die Slaven essen nach wie vor Hirsebrei. Ein russischer Bauernspruch lautet: Brei unser aller Mutter! China und Indien mit ihrer tausendjährigen Geschichte sind neben Fladengebäck bis heute dem Brei aus Weizen- und Reismehl treu geblieben. Bei den Westeuropäern jedoch bildet Brot das Hauptnahrungsmittel.

Zu der Besprechung eines Brotes gehört die Feststellung der Getreideart, der Beschaffenheit des Brotmehls und der Backart. Bei der Brotbereitung gibt der Klebergehalt der Getreideart den Ausschlag. Der Kleber hält die beim Gärvorgang gebildete Kohlensäure fest, wodurch die lockere und poröse Beschaffenheit eines Gebäckes bedingt wird. Von den verschiedenen Getreidearten enthält bloß Weizen und Roggen einen Kleber, der diesen Anforderungen in ausreichendem Maße entspricht. So haben diese beiden Getreidearten die Vorherrschaft gewonnen. In Deutschland werden bei geordneten Wirtschaftsverhältnissen nur Weizen und Roggen verwendet. Deutschland ist wohl hauptsächlich Roggenland, doch haben wir auch weite Weizengebiete. Eine Tabelle von Neumann zeigt, daß die Ausnutzung der Trockensubstanz nur um wenig Anteile zugunsten des Weizens spricht. Für ihn spricht ferner, daß seine Bestandteile besonders geeignet sind zur Teig- und Brotbereitung. Dagegen hat der Roggen einen höheren Gehalt an pflanzlichen Katalysatoren (Vitaminen) und stofflichen Uebergangsformen, wie Hemizellulosen, Reservezellulosen, Dextrinen, Pepsinen usw. Daher muß man Roggen nicht nur nach der Ausnutzung, sondern nach seiner ganzen Verdauungsleistung werten. Auch ist es in wirtschaftlicher Hinsicht ein ideales Brot für den täglichen Verbrauch, da es nicht weich und schwammig, sondern fest und gut schnittfähig ist. Seine kernige Struktur gibt den Kauwerkzeugen zu tun, doch zerfällt es leicht, ohne sich zu ballen.

Das Korn besteht aus 3 morphologisch und biologisch ganz verschiedenen Organen, aus Keimling, Mehlkörper und Schale. Diese Teile verhalten sich auch bei der mechanischen Beanspruchung des Ausmahlens so verschieden, daß eine gewisse Trennung dieser stofflich verschiedenen Anteile nötig ist zur Herstellung eines homogenen Mahlproduktes. Je vollkommener diese Trennung gelingt, desto feiner und weißer wird das Mehl.

Die Ausmahlung des gewöhnlichen Mehls erfolgt bis zu 55, 65 bis 70 %. Dieses Mehl ist ein reines Endospermprodukt. Alle Mehle, die aus mehr als 70 % des ganzen Korns bestehen, enthalten nach dem Ausmahlen verschiedene Mengen von Schalen und Keimlingen. Der Nährstoffgehalt der verschiedenen Kornteile ist interessant. Das plasmatische Gewebe des Keimlings besteht fest zur Hälfte aus Eiweiß und zwar aus

Albumin und Nucleoproteiten, aus verhältnismäßig viel Fett, löslichen Kohlehydraten in Form von Mono- Di- und Triosen (Raffinosen). Ein hoher Mineralstoffgehalt und A und B Vitamin sind vorhanden.

Das Endosperm enthält ganz andere Stofformen. Bei ihm überwiegt der Stärkegehalt, Zucker ist als Begleitsubstanz vorhanden, mengenmäßig abhängig von dem physiologischen Zustand des Korns. Fett ist in geringer Menge in lecithinartiger Bindung vorhanden. Die N Reserve ist in Form von Pflanzencasein, dem Klebereiweiß vorhanden.

Die Schale mit ihrem stark verhärteten Gewebe besteht fast ganz aus Zellulose, nebst fest gebundenen Mineralsubstanzteilen (Kalk, Eisen, Phosphor). Es zeigt sich dabei,: daß nur die Speicherstoffe des Endosperm, Stärke und Kleber die kolloidale Zustandsform zeigen, die eine Teigbildung ermöglicht, und die beim Backen durch die Verkleisterung und Gerinnungn zur Ausbildung der Brotkrume führt. Die Bestandteile des Keimlings und der Schale leisten wertvolle Hilfe beim Backen, da sie fähig sind, sehr viel Wasser aufzunehmen und zu binden; so regeln sie den Wasserausgleich im Teig, auf den es bei der Brotbildung ankommt. Gerade beim Roggenbrot gibt die Anwesenheit von Keimlings- und Schalenbestandteilen erst Anlaß zur vollen Entwicklung des Brotes.

Nachdem ich diese reine Brotfrage behandelt habe, komme ich zum wichtigsten Teil meiner Ausführungen, nämlich den Brotgenuß in Beziehung zum Gebißzustand des Menschen zu bringen. Dabei ist folgende Frage von grundsätzlicher Wichtigkeit:

Ist es möglich, durch die Nahrung auf Zähne und Gesamtorganismus einzuwirken?

Im Hinblick auf den Gesamtorganismus kann man diese Frage ohne weiteres bejahen. Doch wie stehts in dieser Beziehung mit den Zähnen, die unter unsern Organen in mancher Beziehung eine Sonderstellung einnehmen? Während alle unsere andern äußeren Organe bei der Geburt schon fertig ausgebildet vorhanden sind, stecken sich noch in den Kiefern. Sie brechen erst hervor, wenn sie benötigt werden, nämlich wenn das Kind zu fester Nahrung übergeht. Doch ist der Zustand der Zähne vor der Geburt schon entschieden. Wie hinreichend bekannt ist, spielt die Ernährung und Lebensweise der Mutter vor und während der Schwangerschaft eine Rolle. Erbmasse, Rassen- und Familieneingentümlichkeiten üben Einfluß aus. Es ist zu unterscheiden zwischen der Einwirkung auf den werdenden und den fertigen Zahn.

Im Gegensatz zu allen andern lebenden Organen hat der Zahn eine besondere anatomische Eigentümlichkeit. Seine äußeren Bestandteile sind nicht von Blutgefäßen durchzogen, die für Ernährung und Erneuerung

der Einzelzellen sorgen. Beim Zahn finden sich Blutgefäße nur im innersten weichen Kern, in der Pulpa. Jahrzehntelang tobt der Streit der Wissenschaft, ob im fertig ausgebildeten Zahn überhaupt ein Stoffwechsel statfindet oder nicht. Manche Forscher halten die Bildung der transparenten Zonen für Beweis genug dafür, daß in die Dentinsubstanz hinein eine gesteigerte Kalkzufuhr möglich ist. Doch herrscht über diese Frage noch keine endgültige Klarheit, und die Mehrzahl der Forscher glaubt nicht an einen Stoffwechsel des fertigen Schmelzes.

Proell berichtet in einer Schrift über Gebißverhältnisse und Lebensweise der Eingeborenen Südafrikas. Er schreibt, die allgemeine Ansicht, primitive Völker lebten von gesunder, kräftiger Nahrung und verdankten ihr ihre guten Zähne, sei ein Irrtum. In Südafrika bestehe die Hauptnahrung der Eingeborenen aus Brei. Sie bereiten sich aus Hirse, dem sogenannten Kaffernkorn, doch auch aus Mais und Reis zu jeder Mahlzeit frisches Mehl, indem sie die Körner in einfachen Holzmörsern zerstampfen.

Das gewonnene Mehl wird mit Wasser kurz zu einem dicken Brei aufgekocht. Diesen nehmen sie morgens und abends zu sich in Form eines dicken Kloßes, den sie in Butter wälzen. Diese weiche Nahrung stellt natürlich keinerlei Anforderung an die Zähne, zumal bei den üblichen Riesenbissen keine richtige Mundverdauung zustande kommt. Manchmal gibt es etwas Fleisch oder Sauermilch dazu. Man sollte annehmen, diese Nahrung sei für den menschlichen Organismus sehr ungenügend, überhaupt, da die Ernährung der Eingeborenen von Jugend auf sehr kümmerlich ist. Trotz dieser geschilderten Mißstände fand Proell prächtige Gebisse mit sehr ebenmäßiger Anordnung von Dentin und Schmelz. Vor allem war offenbar auch die Schmelzkonsistenz eine härtere als bei Europäern. Trotzdem die Zähne meist eine sehr starke Abkauung zeigten, werden sie erst bei älteren Individuen cariös. Caries tritt im allgemeinen erst bei 30jährigen Individuen auf und hat bei 40jährigen die Frequenz wie bei uns. Sie geht mit dem allgemeinen körperlichen Verfall einher, der bei den Negern früher als bei den Europäern einsetzt, ja Proell hält das Auftreten der Caries bei primitiven Völkern nur für das Anzeichen einer frühzeitigen Altersinvolution. Auffallend ist die rasche Carieszunahme bei den Primitiven, wenn sie mit europäischer Kultur in Berührung kommen.

Nach der Statistik sind in Südafrika pro Mund 2,5 % cariöse Zähne vorhanden oder jeder 3. Einwohner hat cariöse Zähne. Die Eingeborenen haben die Gewohnheit, harte Hölzer oder Betel zu kauen, die Folge ist eine starke Speichelsekretion mit natürlicher Mundreinigung.

Proell kommt am Schluß seiner Ausführungen zu dem Ergebnis, die Zähne der Südafrikaner seien trotz mangelhafter Mundpflege und einer nach seiner Ansicht falschen Ernährung im Verhältnis zu denen der Europäer sehr gut und glaubt, das liege an dem sonnenreichen Klima, an der natürlichen Ultraviolettbestrahlung, die jeder in den Tropen und Subtropen genießt. Er glaubt, diese könne viele Ernährungsschäden wettmachen, ja dort spiele die Nahrung überhaupt keine so wichtige Rolle wie bei uns. —

Seit einiger Zeit wurden in zahnärztlichen Kreisen immer wieder Stimmen laut, die unserer übercivilisierten Lebensweise und verfeinerten Nahrung die Schuld für die enorme Verschlechterung der Zähne zuschreiben. Schon im Jahre 1911 forderte Kunert in einer Flugschrift eine Umstellung in der Ernährung und führte darin aus, unsere Vorfahren hätten noch harte gelbe Zähne gehabt, deren Schmelz der schärfste Bohrer kaum zu durchdringen vermochte. Im Gegensatz dazu stünden die grau- oder bläulichweißen Zähne der heutigen Generation, deren Schmelz der Bohrer mühelos durchdringe, und die schon ein oder wenige Jahre nach ihrem Durchbruch kariös würden. Auch die Milchgebisse seien von viel weicherer widerstandsloserer Struktur als früher, wo es kaum hohle Milchzähne gegeben habe. Diese Entwicklung habe auch bei unserer Landbevölkerung nicht Halt gemacht, die vor einigen Jahrzehnten noch tadellose Gebisse gehabt habe. Er führt diesen vorzeitigen Verfall und die schlechtere Entwicklung der Zähne zurück auf die unsinnige Ernährung, wie sie sich gerade in den letzten Jahrzehnten entwickelt habe. Die übliche Nahrung sei arm an Kalk-, Nähr- und Eisensalzen geworden. Er tadelt die ausgelaugten, enthülsten und oft noch chemisch vorbehandelten Nahrungsmittel, und fordert vor allem als Grundlage einer richtigen Ernährung ein gutes Schwarzbrot. Dabei verlangt er die Verwendung des ganzen Kornes zur Herstellung von Mehl und ein scharf durchgebackenes Schwarzbrot mit dicker, harter Rinde. Er zeigt die Vorteile von Grobbrotverbrauch, hauptsächlich für das Gebiß der Jugend. Das genügende Größenwachstum der Kiefer hänge ab von einem energischen Kauakt, und um der weitverbreiteten Kaufaulheit zu steuern, könne man nichts besseres tun, als der Jugend Hartbrot zu geben. Ein gutes Schwarzbrot enthalte die notwendigen Gruppen von Nahrungsstoffen, die der menschliche Organismus zu seiner Entwicklung und Erhaltung bedürfe: Eiweiß, Kohhydrate, Fette und Salze. Es komme nicht lediglich auf die Ausnützung eines Nahrungsmittels im Körper an, sondern ob genügend notwendige Stoffe, vor allem Mineralien, dem Körper zugeführt würden. Kunert erwähnt, daß sich Liebig schon 40 Jahre vorher gegen die Entwertung des Mehles durch Wegschütten der Kleie gewendet habe.

Die Wissenschaft hatte sich schon lange vorher mit der Brotfrage beschäftigt; wie Heupke in der DZW. 1934 ausführt, erhob sich schon zu Ende des 18. Jahrhunderts die Frage, wieviel vom Korn man bei der Mehrbereitung als Kleie abscheiden solle.

Rubner beschäftigt sich im Jahre 1917 mit Arbeiten zur Erforschung der Verdaulichkeit von Broten verschiedener Mehlgrade. Er kam zu dem Ergebnis, die Ausnutzbarkeit eines Brotes wachse mit dem Feinheitsgrad des Mehles. — Wie kann nun der Brotgenuß mit der Entstehung der Caries zusammenhängen?

Wie kann nun der Brotgenuß mit der Entstehung der Caries zusammenhängen?

Bei der Erforschung der Cariesätiologie herrscht noch keine endgültige Klarheit. Wohl ist die chemisch parasitäre Theorie Millers, daß Säuren und Bakterien Caries erzeugen, heute allgemein anerkannt. Doch ist sich die Forschung heute noch nicht ganz klar darüber, welche Voraussetzungen gegeben sein müssen, daß diese auslösenden Ursachen den Cariesprozeß einleiten können. Pickerill sagt: „Zahncaries ist nicht die Wirkung einer einzelnen Ursache, sondern die Resultierende mehrérér in derselben Richtung wirkender Kräfte, welche durch einen längeren Zeitraum koincidieren." Nach Millers Theorie bringen wie unsere Zähne nach jeder Mahlzeit in Gefahr, von Caries angegriffen zu werden, und da Kohlehydratreste die 1. auslösende Ursache sind, ist das Brot bei der Cariesentstehung ein nicht zu unterschätzender Faktor. Die sehr gefährliche Plaque, die stets in Grübchen und Fissuren und an Aproximalflächen der Zähne zu finden ist, besteht aus feinsten Nahrungspartikelchen, vor allem Kohlehydraten und Bestandteilen der Mundflüssigkeit und bildet einen regelrechten Nährboden für Bakterien. In der Plaque bilden sich Gärungssäuren, dadurch wird das Gewebe geschädigt. Erst wenn das Schmelzgewebe durch die angreifende Säure geschädigt worden ist, kann eine Bakterieninvasion stattfinden.

Walkhoff bringt in Witzels Deutscher Zahnheilkunde 1919 einen historischen Ueberblick über die Betrachtung der Zahncaries in einigen Jahrhunderten. Seit Hippokrates brachte man die Zahncaries mit der alten, heute noch im Volksglauben tief verwurzelten Lehre von der Humoralpathologie zusammen. Man glaubte, schlechte Säfte riefen von innen heraus den „Beinfraß" hervor. Eine Wendung brachte der englische Wundarzt John Hunter, als er im Jahre 1778 auf Grund sehr

exakter anatomischer Beobachtungen den Satz aufstellte: „Es fängt die Krankheit allemal äußerlich an einer kleinen Stelle von dem Körper des Zahnes und zwar meistenteils unter der Gestalt eines undurchsichtigen weißen Flecks an.“ Walkhoff glaubt nicht, daß ein größerer oder kleinerer Kalkgehalt der Zähne auf das Eintreten der Caries einen großen Einfluß hat. Bei Untersuchungen an zahlreichen Zähnen mit und ohne Caries habe sich nämlich nur ein sehr geringer Unterschied an Kalkgehalt gezeigt, nämlich nicht ganz 1 %. Auch an die große Bedeutung der transparenten Zonen des Zahnbeins bei der Cariesprophylaxe glaubt er nicht, da nur eine Kalkzunahme von höchstens $1^1/_2$ % dabei vorliege. Nach seiner Ansicht wirkt der Speichel konservierend auf die Zähne. Caries erzeugen lediglich unsere Nahrungsmittel und ihre Umsetzungsprodukte im Mund. Besonders gefährlich seien dabei Retentionsstellen an den Zähnen, wo die Speisereste stets liegen bleiben. Für ausnehmend gefährlich durch Säurebildung hält er das Brot. Sauerteigbrot vor allem habe eine große unmittelbare Säurewirkung auf die Zähne. Es komme die sekundäre Säurebildung des Brotes durch Umsetzung der Stärke in Milchsäure hinzu. Durch viele Versuche stellte er fest, daß Vollkornbrot viel mehr Säure erzeugt, als Weißbrot. Dies führt er auf den größeren Kleiegehalt zurück. Veranlaßt durch die Beobachtung, daß durch das kleiehaltige Kriegsbrot die Zähne eher schlechter als besser wurden, machte er den Versuch, die Zahncaries mit Kriegsbrot künstlich zu erzeugen. Er legte völlig intakte Schneide und Eckzähne von Erwachsenen in eine Mischung von Kriegsbrot und Speichel und ließ sie 6 Monate lang bei 37 Grad darin liegen. Tatsächlich zeigte sich nach einigen Monaten eine künstliche Zahncaries, die von der natürlichen weder makroskopisch, noch mikroskopisch unterschieden werden konnte. Da es sich um Kriegsbrot handelte, kam er zu dem Schluß, je kleiehaltiger das Mehl, desto schädlicher für die Zähne. Die Versuche sind hauptsächlich gegen die Theorie gerichtet, nährsalzreiches Vollkornbrot übe physiologisch und chemisch einen günstigen Einfluß auf die Zähne aus, während das nährsalzarme Weißbrot sie zu Grunde richte. Walkhoff bespricht dann die bisherigen Versuche, die Zahncaries auf biochemischem Wege zu bekämpfen. Der Schweizer Zahnarzt Schlenker hatte schon 1883 eine günstige Wirkung der Erdsalze auf die Zahnbildung angenommen. Walkhoff meint dazu, diesen Lehren sei kein positiver Dauererfolg beschieden gewesen. Auch der Annahme, man könne durch bestimmte Diät nach dem Durchbruch der Zähne noch eine Vermehrung des Kalksalzgehaltes in der mengenhaften Struktur des Schmelzes erzielen, sei bis jetzt noch kein klinischer Erfolg am lebenden Menschen beschieden gewesen. Er ist im Gegensatz zu Röse der Ansicht: Der Schmelz ist

ein totes Gewebe, das nur funktionelle, aber keine physiologischen Aufgaben zu erfüllen hat. Nach den Untersuchungen Hornemanns sei der Kalk- und Salzgehalt der Nahrung breiter Volksschichten durchaus genügend, wenn sie nur vorwiegend aus Vegetabilien, wie Spinat, Kohl und Früchten bestehe.

Walkhoff hält für den einzigen Vorteil eines groben Brotes die mechanische Selbstreinigung der Zähne durch den notwendig erfolgenden stärkeren Kauakt und die Förderung eines stärkeren Kieferwachstums.

Siegfried fand bei Menschen aus Schwarzbrotgegenden bedeutend bessere Zähne als bei Weißbrotessern. Walkhoff glaubt, das liege nur an der physikalischen Wirkung des Hartbrotes. Kunert behauptet in einer Schrift aus dem Jahre 1913, die Zähne hätten bis zum 12. Lebensjahr Nutzen von einer gesteigerten Mineralzufuhr. Walkhoff führt als Gegenbeweiß den Weisheitszahn an, der am längsten im Kiefer stecke und doch stets besondes hinfällig sei. Schon Miller hatte 1892 als wichtigsten Punkt bei der Cariesprophylaxe den Genuß harter Nahrungsmittel erwähnt.

Im Ganzen ist Walkhoff also der Ansicht, daß die Zubereitungsarten unserer heutigen Nahrung durch die leichte chemische Umsetzung die Ursache der Entstehung von Zahncaries sind, daß man aber durch die Nahrung nur auf physikalischem Wege auf das Gebiß einwirken kann, also durch die Wahl einer harten Nahrung. Er meint, die Zahncaries sei so alt wie die Getreidemühlen. Sie sei aufgetreten von der Zeit an, da man Getreidekörner zerkleinerte. Schon die alten Etrusker, Griechen, Römer hätten an Zahncaries gelitten. Nach den Ergebnissen der Arbeiten von Lenhossek seien Schädel des Diluviums bis zur Uebergangsperiode zur neolithischen Zeit frei von Zahncaries. Erst als die Menschen seßhaft geworden seien und sich dem Ackerbau und einem bequemeren Leben zuwandten, sei das Entstehen der Caries begünstigt worden.

Der Schweizer Breitenmoser ist der Ansicht, man könne lokale oder konstitutionelle Voraussetzungen nicht für sich allein als Cariesursache bewerten. Unsere moderne Diät stehe in engem Zusammenhang mit den endogenen Faktoren und mit den exogenen cariespositiven Kräften. Das tägliche Brot könne geradezu eine Summierung aller cariespositiven Kräfte darstellen, nämlich mangelhafter Selbstreinigungsprozeß, Klebrigkeit, starke Säurebildung, geringe Anregung der cariesnegativen Kräfte des Speichels. Zwei Einflüsse habe Brot:

1. durch biologische Wirkung auf Anlage und Ernährung des Schmelzes vor Durchbruch des Zahnes.

2. Durch chemische Wirkung bei der Mundverdauung, d. h. durch den Anteil der an den Zähnen haftenden Brotreste an der säureliefernden Plaque.

Der verschiedene Gehalt an primärer Säure bei Sauerteig, Hefe und Backpulver falle praktisch nicht ins Gewicht, da nach einigen Stunden der Unterschied der Acidität durch die Tätigkeit der Mikroorganismen ausgeglichen werde. Die Bewohner einiger Bergtäler aus dem Wallis hätten sehr wenig Zahncaries, trotzdem ihr tägliches Brot sehr viel freie Säure enthalte. Er schließt daraus, daß die primäre Säure unserer Nahrung als cariesauslösendes Moment keine Rolle spiele. Unter dem Einfluß des Speichels setze die Bildung sekundärer Säure rasch ein, so bilde sich im Verlauf von 3 Stunden bei allen Brotarten Gärungssäuren, die einer ph von 4,6 entsprechen.

Wohinz berichtet in jüngster Zeit über Versuche, die primären Vorgänge bei der Zahncaries zu erforschen. Der chemischen Reaktion nach passierten nur 3 Arten von Stoffen den Mund, alkalische, neutrale und saure. Die sauren Nahrungsstoffe, die einen erheblichen Anteil der Nahrung ausmachen, spielten bei der Zerstörung der Zahnsubstanz eine gewichtige Rolle. Versuche mit verschiedenen organischen Säuren zeigten, daß Milchsäuren am stärksten Dentin und Schmelz angreift. Wohinz ließ Milchsäure auf extrahierte Zähne einwirken, nach 8 Tagen fand sich im Gefäß ein Niederschlag von Kalziumflorid, der getrocknet und gewogenen dem Durchschnittsgehalt des Zahnes an flußsaurem Kalk entsprach.

Die für die Volksernährung wichtigen Mehlarten wurden auf ihre schmelzzerstörende Wirkung sowie auf den hauptsächlichsten milchsäurebildenden Faktor untersucht. Es zeigte sich, daß Weizen, Roggen, Gerste, Hafer und Mais in gekochtes oder gebackener Form im Mund zuerst durch Diatase in Maltose, dann in Glucose zerfallen. Glucose zerfällt in Milchsäure. Die Einwirkung der Kornprodukte auf den Zahn tritt in 8 Stunden ein. Die alkalische Funktion des Speichels sollte die Milchsäure neutralisieren können. Zur Klärung dieser Frage wurde folgender Versuch angestellt: „Aus gekautem Brot wurde ein Kügelchen geformt und an einer Schnur befestigt. Das Kügelchen wurde sekundenweise in 100 n- Natronlauge getaucht, herausgezogen und abtropfen gelassen, wieder hineingetaucht und so fort. Nach 4 Stunden war die Reaktion im Innern der durchschnittenen Kugel sauer. Da die Oberfläche der Kugel im Verlaufe des Versuchs nicht erhärtet war, dennoch aber die Lauge nicht hindurchdrang, kann nur der Mucingehalt des Speichels, der die Oberfläche schlüpfrig macht, die Ursache der Undurchlässigkeit sein.

Ein anderer Versuch zeigt die Vorgänge im Mund noch deutlicher. 4 Schneidezähne derselben Person wurden in einen künstlichen Unterkiefer eingesetzt, mit gekautem Brotbrei an zwei Seiten bestrichen. Das Ganze wurde in einer Schüttelmaschine 8 Stunden lang mit überschüssigem Speichel derart geschüttelt, daß der Speichel bei jedem Vorwärtsgang der Maschine über den Brotbrei und die Zähne floß und beim Rückwärtsgang wieder zurückfloß, die Temperatur wurde bei 37 Grad gehalten. Nach Ablauf der Zeit waren die von Brei bedeckten Stellen rauh und weicher als die Umgebung. Der erste Einfluß der Milchsäure macht sich also sehr schnell bemerkbar. Das Innere der Brotbreinester reagierte sauer; es hatte sich auf ihrer Oberfläche eine schlüpfrige Schicht von Brot mit Mucin gebildet, über die der Speichel hinwegfloß, ohne sie zu durchdringen und sie zu neutralisieren. Während bei dieser Versuchsanordnung dafür gesorgt war, daß der Speichel ständig alle von Brot bedeckten Teile des Zahnes überspülte, und trotzdem eine Neutralisation der Milchsäure nicht eintrat, liegen die Verhältnisse im Munde ‚zumal des Nachts in liegender Stellung, bedeutend ungünstiger, da dann der Speichel einen großen Teil des Gebisses gar nicht berührt."

Diese interessanten Versuche zeigen, daß jedes an einer Retentionsstelle des Zahnes liegende Brotbreinest eine kleine Milchsäurefabrik bildet. Der Brotbrei enthält die für die Ernährung der Bakterien nötigen Phosphorsäure- und Stickstoffmengen in Form von Eiweiß. Aus dem Zahnschmelz entnimmt die Milchsäure das zu ihrer Neutralisation nötige Kalziumkarbonat. Diese Vorgänge hängen alle von der Haftfähigkeit der genossenen Kohlehydrate ab, welche durch den Kleber bedingt ist. Beim Durchfeuchten des Bissens mit Speichel erlangt er seine ursprüngliche Beschaffenheit wieder und bewirkt dadurch das Haften am Zahn. Daher sind andere Kohlehydrate, die nicht so fein zermahlen sind oder keinen Kleber enthalten, viel bedeutungsloser für die Zahnkaries, als gerade Backwaren. Damit hängt wohl auch zusammen, daß Brot- und Fladenesser unter den Naturvölkern weniger von Karies betroffen sind als Brotesser. Beim Fladen (Knäckebrot) ist der Teig derart ausgetrocknet, daß die kurze Kauzeit die dem Kleber zu seiner Entwicklung nötige Feuchtigkeit nicht zuführt. Bei Roggenbrot bewirken die grobkörnige Beschaffenheit und der Zellulosegehalt eher eine mechanische Reinigung als ein Verkleben der Zähne.

In unserer Zeit, wo der Brotfrage eine große Bedeutung, auch in volkswirtschaftlicher Hinsicht zuerkannt wurde, fanden zum erstenmal großzügige Versuche mit Hartbrot an Kindern in geschlossenen Anstal-

ten statt; die Anregung dazu ging aus von der im November 1932 in Berlin gegründeten Forrog-Gesellschaft (Forschungsgesellschaft für Roggenbroternährung). Ein bestimmter Untersuchungsplan wurde im März 1933 in dem städtischen Kinderheim Sonnenhof in Berlin-Spandau begonnen und soll 2—3 Jahre lang durchgeführt werden. Man begann den Versuch mit 40 Kindern im Alter von 4—13 Jahren. Die Hälfte der Kinder erhielt nur noch Hartbrot, während die andere Hälfte das bisher übliche Bäckerbrot weiter erhielt. Die sonstigen Lebensbedingungen beider Gruppen blieben gleich. Vor Beginn der Brotspeisung wurden die Kinder untersucht auf:

a) klinischer Befund des Mundes und der Zahnreihe.

b) Kaudruckmessung.

c) Röntgenbefund.

d) Abdrucknahme.

e) Kauzerkleinerungsprüfung.

f) Speichel.

Kontrolluntersuchungen der Versuchskinder fanden nach 9 Monaten das erstemal statt. Dabei wurden zunächst lediglich Kaudruckmessungen am Sechsjahrmolaren vorgenommen, wobei sich bei den Hartbrotkindern eine Zunahme von 37 % ergab, bei den Vergleichskindern eine solche von 26,8 %.

Vom Januar 1934 ab erhielten die Kinder ein noch härteres Flachbrot. Kaudruckmessungen nach 3 Monaten ergaben bei den Hartbrotkindern eine Zunahme von 23 %, bei den Vergleichskindern eine solche von 3,4 %.

Dieses Ergebnis der Kaudruckzunahme ist sehr bemerkenswert. Wie sonst irgendwo gilt bei Zähnen und Kiefern der Satz: Starke Inanspruchnahme führt zur Ausbildung, Schonung zur Verkümmerung.

Heute wissen die meisten Menschen gar nicht mehr, was richtiges Kauen bedeutet, sie verschlingen ihre Nahrung hastig und gedankenlos. Das ist nur bei der heute üblichen weichen Kost möglich. Ein richtiges, systematisches Kauen ist besonders bei Kindern während des Durchbruchs der Zähne nötig, da man in dieser Zeit noch auf dieDehnbarkeit des Kieferknochens einwirken kann. Bei einem jungen Lebewesn geben die Knochen noch sehr leicht mechanischen Einflüssen nach, da sie die nötigen Mengen von Kalksalzen, die ihnen Festigkeit geben, noch nicht besitzen. Das Wachstum der beiden Kieferkörper nimmt von der Geburt bis zum Abschluß der 2. Dentition bedeutend zu, dann macht sich ein Stillstand bemerkbar. Das Knochenwachstum geht in seinem

ganzen Umfang beim Kiefer gleichmäßig fort. Die Knochen des Kopfes schließen zuerst mit dem Wachstum ab. Wird also frühzeitig mit einem systematischen Kauen begonnen, so kann durch diesen Reiz das Wachstum und die Festigkeit der Gesichtsknochen unterstützt werden.

Bei den Hartbrotkindern der Versuchsstation Sonnenhof ergab sich bei der Untersuchung auf Caries folgendes:

	März 1933 vorgefundene Caries	März 1934 neue Caries	März 1934 sekundäre Caries
Brotkinder	42 %	28 = 66,5 %	4 = 10,5 %
Vergleichskinder	59 %	44 = 75,4 %	11 = 18,5 %

Die Brotspeisungskinder erhielten folgende Sorten von Knäckebrot: Das Hartbrot Marke H Hausbrot und Marke D Delikateßbrot immer abwechselnd. Bei den Prüfungsergebnissen ergab sich, daß die einzelnen Brotsorten verschieden zu bewerten sind. Bei der Zerkleinerungsdruckmessung erfordert das übliche Knäckebrot einen Zerkleinerungsdruck von 2—3 kg pro qcm Fläche. Die Rinde des üblichen Bäckerbrotes erfordert 4—6 kg, rheinisches Schwarzbrot 8—10 kg. Diese Brotarten haben denselben Nachteil: schon nach wenigen Kaubewegungen wird die flockige, weiche Innenmasse des Brotes in einen weichen Brei verwandelt, mit dem die Zunge die harte Kruste umhüllt und durch Einspeichelung schluckfähig macht. Auf diese Weise wird meist die Kruste ungenügend zerkleinert verschluckt, und die Arbeit der Zähne ist eine geringe. Bei der Darreichung von hartem Flachbrot tritt dieser Nachteil nicht ein. Bei der durchgehend harten Konsistenz der Scheiben können ungenügend zerdrückte und gekaute Bissen gar nicht geschluckt werden. Es ergab sich bei Untersuchungen durch Schulzahnärzte, daß eine Scheibe Hartbrot durchschnittlich ein Drittel mehr Kaubewegungen erfordert, als di egleiche Menge Bäckerbrot. Dabei ist entscheidend, daß das harte, den Kauwerkzeugen Widerstand entgegenbringende Flachbrot jede Kaubewegung zu einem Kaudruck macht. Die Auswirkungen dieser erhöhten Kaukraftleistung ließen sich auch bereits nach einem Jahr am klinischen zahnärztlichen Befund erkennen. Besonders interessant ist dabei das Ergebnis der Speicheluntersuchungen. Man fand bei den Knäckebrotkindern eine Vermehrung der Speichelmenge um fast die Hälfte, 34,3 %, eine Vermehrung der Alkaleszens um 90 %, der Alkalikonzentration (Alkaleszens in 100 Teilen Speichel) um 31,8 %. Bei den Vergleichskindern betrug die Vermehrung der Speichelmenge 11,8 %, die der Alkaleszens 10,5 %, die der Alkalikonzentration 1,3 %. Dieses Ergebnis ist von großer Wichtigkeit, denn

1. wurden die Speicheldrüsen durch das ausgiebige Kauen und den stärkeren Widerstand der harten Nahrung zu einer intensiveren Tätigkeit angeregt.
2. Muß sich auch die physiologische Beschaffenheit der Speicheldrüsen zu ihrem Vorteil geändert haben, weil das Sekret dieser Drüsen höherwertig geworden ist.

Daraus geht einwandfrei hervor, daß Ausbildung und Tätigkeit der Speicheldrüsen von der Beschaffenheit der Nahrung abhängig ist.

Als Röse vor 30 Jahren die Bevölkerung des bayerischen Waldes untersuchte, fand er ein prachtvolles Zahnmaterial vor. Das kam, erklärte er, von dem ganz trockenen Vollkornbrot, von dem die Bevölkerung in der Hauptsache lebte. Bei Untersuchungen in Darleekarlien ergab sich dasselbe. Hier genoß man ein zolldickes, hartes Brot aus Mischgetreide. In Südschweden, wo weiches Weißbrot üblich ist, waren die Gebisse viel schlechter. Einige Jahre später fand Ragnar Berg bei der Wiederholung von Röses Untersuchungen in Darlekarlien eine erhebliche Verschlechterung der Zähne. Es hatte sich inzwischen eine Großbäckerei in der Gegend niedergelassen und das dort hergestellte weiche Weißbrot hatte den Zähnen der Bauern großen Schaden zugefügt.

Ein geradezu klassisches Musterbeispiel aus dem Leben bringt Kraft in den Forrogblättern:

„Im Val d, Anniviliers, einem südlichen Seitental des Rhonetals im Kanton Wallis liegt 1200 m über dem Meer das Dorf Vissoie. Zu ihm führt eine gute Fahrstraße. Eine Wegstunde aufwärts, 500 m über dem Meer, liegt das Dörfchen Ayer, mit Vissoie nur durch einen Karrenweg verbunden. In Ayer bäckt jede Familie ihr Roggenbrot (da oben wächst nur Roggen) nur einige Male im Jahr. Das Korn wird natürlich hundertprozentig vermahlen. Die Form des Brotes ist die uralte flache (etwa 2—3 cm dick). Es wird in sehr heißem Ofen gebacken und trocknet dann noch bei der Aufbewahrung auf luftigen Brotgestellen nach, so daß es steinhart wird.

In Vissoie dagegen ist ein Berufsbäcker, der jeden Tag bäckt. Er macht zum Teil auch Vollkornbrot, aber frisches, weiches, das natürlich auch frisch und weich gegessen wird. Weißbrot breitet sich auch immer mehr aus.

In Ayer gibt es wahre Idealgebisse. Oettli hat unter 800 Zähnen nur 3 leichtcariöse gefunden. Die guten Gebisse und das frische Aussehen, besonders der Kinder, fallen jedem Besucher des Ortes sofort auf. In Vissoie fand Oettli bei 36 Kindern nur 4 gesunde Gebisse, bei den

übrigen 9 und mehr cariöse Zähne, viele völlig zerstört, viele Stellungsanomalien.

Wir sehen in diesen beiden Bergdörfern dieselbe Menschenrasse, dasselbe Wasser, die gleichen Arbeits- und bis auf die eine Ausnahme die gleichen Ernährungsgewohnheiten. In Ayer wie in Vissoie besteht die Hauptnahrung aus Kartoffeln, Maisbrei, Brotsuppe und Milchspeisen. Aus diesen Beispielen geht hervor, daß nicht der Genuß weicher Speisen schädlich ist, sondern das Fehlen der harten."

Zusammenfassend kann man die Bedeutung des Brotes bei der Cariesprophylaxe folgendermaßen darlegen:

Jede Art von Brot ist schädlich für die Zähne, da im Mund zurückgebliebene Teile durch Milchsäurebildung der Caries Gelegenheit zum Angriff geben. Der primäre Säuregehalt spielt praktisch keine Rolle. Der sekundäre ist bei allen Brotarten gleich groß. Brot wird aber wohl stets die tägliche Hauptnahrung der Menschen bilden. Als Vorteile eines Vollkornbrotes sind dabei hervorzuheben, wobei man nach der Ansicht der meisten Autoren die physikalische Wirkung für die hervorragendste hält:

1. Durch das bei Hartbrot unumgängliche kräftige Kauen wird eine vorteilhafte Ausbildung von Kiefern und Zähnen erreicht. Die Interdentalräume sind genügend groß, So können nicht an unzugänglichen Stellen zwischen den Zähnen Speisereste liegen bleiben. Die Zähne bleiben bei fortgesetzter mechanischer Beanspruchung in dauernder Uebung und können nicht leicht dem Verfall anheimfallen.
2. Durch die gewaltige Zunahme der Speichelmenge beim Hartbrotgenuß tritt die natürliche Mundreinigung viel stärker als gewöhnlich ein.
3. Vollkornbrot enthält Mineralsalze, Eiweiß, Vitamine in zum Teil großer Menge, und man kann damit manche durch falsche Ernährung entstandenen Schäden ausgleichen.
4. Das harte, körnige Vollkornbrot bleibt nicht an den Zähnen kleben.

Nach meinen Ausführungen ist die Brotfrage ein sehr wichtiger Faktor bei der Cariesprophylaxe. Man muß den Ausspruch Krafts: „Harte Nahrung ist die Grundlage der Cariesverhütung" anerkennen und wir wissen, daß die einzige harte Nahrung, die allen Volksschichten zugänglich ist, nur aus dem bestehen kann, was sie sowieso täglich zu sich nehmen, dem Brot.

Dem oft gehörten Einwand, Vollkornbrot sei zu teuer für den täglichen Verbrauch einer Familie, kann man entgegnen: Vollkornbrot enthält viel weniger Wasser als Weiß- und Halbweißbrot, es sättigt viel rascher und nachhaltiger, deshalb kann man viel weniger davon essen. So ist es in jeder Hinsicht wirtschaftlich und bestimmt nicht zu teuer.

Am Schluß meiner Arbeit versichere ich, daß ich sie selbständig, ohne unerlaubte Hilfe gemacht habe. Meinem verehrten Lehrer, Herrn Professor P e c k e r t, sage ich herzlichen Dank für die Ueberlassung des Themas, für Beratung und Unterstützung bei der Arbeit.

Literaturverzeichnis.

1. Berg Ragnar: Resultate der chemischen Untersuchung bei den Versuchskindern im Sonnenhof Spandau, Forrog 1934.
2. Breitenmoser, Joh. Ad.: Ueber die Säurebildung verschiedener Brot- und Mehlarten bei der Mundverdauung. Schw. M. f. Zhk. 1931.
3. Euler, H.: Ueber den Einfluß der Ernährung auf Kiefer und Zähne. Forrog. 1934.
4. Euler, H.: Veränderungen der Zähne bei einseitiger Ernährung. D. M. W. 1931, 27.
5. Jeanneret, Rudolf: Diät und Zahnkaries. Schw. M. f. Z. 1929, 2.
6. Hornemann: Zur Kenntnis des Salzgehaltes der täglichen Nahrung des Menschen. Zeitschr. für Hyg. 1913, 5.
7. Hunderson: Natürliche Geschichte der Zähne. 1778.
8. Kientopf, Jean: Entstehung und Entwicklung der Forschungsgemeinschaft für allgemeine Ernährungsphysiologie. Forrog. 1934.
9. Kraft, Wilhelm: Harte Nahrung ist die Grundlage der Kariesverhütung. Forrog. 1934.
10. Kunert, A.: Unsere heutige falsche Ernährung. 1911. Breslau, Selbstverlag.
11. Kunert, A.: Der Wert der modernen Ernährungsreformbestrebungen für Gesamtorganismus und Gebiß. M. f. Zhk., 1915, 4.
12. v. Lenhossék: Die Zahnkaries einst und jetzt. Arch. für Anthrop. 1919, 1 und 2.
13. Liebe, Siegfried: Die Wirkung der Ernährung auf den Gesamtorganismus. Forrog. 1934.
14. Lehrbuch der konservierenden Zahnheilkunde.
15. Heupke: Streifzüge durch die neuere zahnärztliche Literatur und ihre Grenzgebiete. D. Z. W. 1934, 50.
16. Neumann, M. P.: Grundlagen der Brotbeurteilung. Forrog. 1934.
17. Pröll: Klima und Zivilisation in ihrer Auswirkung auf Körper und Zähne. Berlin. Verlagsanstalt 1934.
18. Röse: Der günstige Einfluß des harten Brotes auf die Gesunderhaltung der Zähne.

19. Roos, Ad.: Unsere Brotversorgung. Schw. M. f. Zhk. 1929, 2.
20. Rubner, M.: Beeinflussung des Phosphorkalkstoffwechsels durch die Substanz der Wurzelkeimlinge von gekeimtem Getreide. D. M. W. 1930, 8.
21. Pickerill, H. P.: Verhütung von Zahnkaries und Mundsepsis, Meußer, Berlin, 1913.
22. Scheunert: Unser tägliches Brot. Med. Welt 1931, 7.
23. Schlenker, M.: Zahnpflege. 1883.
24. Schmitz: Das Brot als Nahrungsmittel. D. Z. W. 1934, 19.
25. Schönwald: Der Einfluß des systematischen Kauens auf Kiefer und Zähne. Forrog. 1934.
26. Schrickel: Was wir wollen. Forrog. 1934.
27. Siegfried: Zahnuntersuchungen mit besonderer Berücksichtigung der Brotfrage. Klin. ther. Wschr. 1912, 22.
28. Süpfle: Grundfragen der Volksernährung. D. M. W. 1934, 15.
29. Walkhoff: Biologische Studien über das Wesen der Zahnkaries. Witzels d. Zhk. in Vortr. 1919, 42. Bd.
30. Zur Frage nach den Ursachen der Karies. Schw. Vierteljahresschrift für Zhk. 1913, 3.
31. Walkhoff: Die Erdsalze in ihrer Bedeutung für die Zahnkaries. 1913.
32. Walkhoff: Die chemische Wirkung des Vollkornbrotes auf die harten Zahnsubstanzen. D. Z. W. 1918.
33. Wild: Beitrag zum Kariesproblem. Schw. M. f. Z. 1927, 10.
34. Wohinz: Ueber Versuche zur Kenntnis der primären Vorgänge bei der Zahnkaries. Deutsche Zahn-, Mund- und Kieferheilkunde. Januar 1935.

Lebenslauf.

Am 6. April 1912 in Rotensol bei Herrenalb als Tochter des Oberlehrers Theodor Mast geboren, besuchte ich in Schorndorf $1^1/_2$ Jahre die Lateinschule und bis zum Abitur das Reuchlingymnasium in Pforzheim. Jm März 1931 bestand ich die Reifeprüfung und belegte dann an der Universität Tübingen Zahnheilkunde. Nach bestandenem Physikum ging ich im 5. Semester nach Rostock. Das 6. und 7. Semester war ich wieder in Tübingen, wo ich im Herbst 1934 das zahnärztliche Staatsexamen bestand. Das 8. Semester belegte ich in München.

Ruth Mast.